

Lekang, Odd-Ivar, and B. F. Eriksen. 2006. Section 5.10 IT in Fish Farming, pp. 325-339 of Chapter 5 Precision Agriculture, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers.

Çevirmen: Şenol AKIN

Çeviri Editörleri: Sefa TARHAN ve Mehmet Metin ÖZGÜVEN

## 5.10 Balık Çiftliklerinde Bilgi Teknolojileri

Yazarlar: O. I. Lekang ve B. F. Eriksen

Çevirmen: Şenol AKIN

**Özet:** Yoğun su ürünleri yetiştiriciliğinde bilgi teknolojileri (BT) her geçen gün büyük önem kazanmaktadır. BT'nin yer aldığı ve kullanıldığı alanlar da sürekli artmaktadır. Bu bölüm; balık çiftliklerinde üretim planlama araçları, izleme sistemleri, ileri yemleme sistemleri, balık sayımları (balık boyu ve ağırlığı tahmini) ve çiftlik alanını izleme gibi BT'nin kullanıldığı alanlar hakkında bilgi sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Balık çiftlikleri, BT araçları, İzleme, Besleme sistemleri, Balık sayımı, Biyokütle tahmini, Yetiştiricilik.

### 5.10.1 Giriş

Dünya yüzeyinin yaklaşık olarak %75'i su ile kaplı olmasına karşın, üretilen toplam gıdanın ancak çok düşük bir oranı denizlerden sağlanmaktadır. Dünya nüfusu hızla artmakta olup, günümüzde 6 milyarı geçmiştir. Gelecekte dünya gıda ihtiyacının tümünü karşılamak istiyorsak, gelecekte çok büyük potansiyeli olan bu kaynağı gelecekte daha fazla kullanmak zorunda kalacağız. Kimyasal parametreleri ölçmeden sucul organizmaların çevresi hakkında bilgi edinmek kolay değildir. Balık çiftlikleri çoğunlukla kıyıdan uzak alanlarda veya oldukça ücra karasal alanlarda bulunurlar. Balık çiftliğindeki su şartları, hava ve dalga durumları ile beklenmeyen ziyaretçiler vb. hakkındaki bilgiler kablosuz sistemler veya telefon hattıyla bekçilere veya çiftlik merkez ofisine bildirilir. Modern sensör teknolojisi bize önemli su kalite parametrelerini ölçme imkanı vermiştir. Modern BT yetiştiricilik sektöründe bilginin sayıya dönüştürülmesi, depolanması ve iletişimi için önemli bir araçtır.

Son yirmi yıldır, balık çiftlikleri biyolojik üretimin oldukça sanayileşmiş bir şekli haline dönmüş ve birçok bölgenin ekonomisi ve yerleşiminde önemli bir rol oynamaktadır. Önceleri, talep arzdan oldukça fazlaydı. Ancak günümüzde arz talep oldukça dengelenmiştir. Bu arz talep dengesi, üretim kapasitesinin sınırlarınının su akışının kesildiğinde bile kısa sürede müdahale etmeye fırsat vermeden büyük kayıpların yaşanacağı düşük kalitedeki sular ile yoğun üretim yapan işletmelerin artışı teşvik etmiş, sonuçta kar marjlarının düşmesine neden olmuştur. Bu durum

kötü su kalitesi hakkında mümkün olduğunca erken sinyal almanın önemini göstermektedir. Anormal balık davranışları veya balık ölümleri gözlemlendiğinde tedbir almakta oldukça geç kalılabilmektedir. Önemli su kalite parametrelerini izleyerek ve bu değerleri sürekli olarak değerlendirerek, önlemler erken safhada alınabilir ve büyük kayıplar önlenebilir. Bu işlemlerin çözümü için modern sensör teknikleri ve BT temel araçlardır.

Birçok çiftlik günümüzde çokuluslu finansal ağ (network) üyesidir (Marine Harvest, Pan Fish, Main Stream, Stolt SeaFarm, gibi). Bu toplulukların şirket içerisinde teknik bilgiyi kendi toplulukları içerisinde değişimini organize eden uzman ekipleri bulunmaktadır. Yeni bilgiler ağ aracılığıyla çiftlikler arasında aktarılmakta ve yeni teknik bilginin ve yeni üretim metotlarının test edilmesi yine aynı ağ ile yapılmaktadır. IT ağı ile, ağa dahil olan katılımcılar ile bir grup veya bölgede yer alan çiftçiler; pazarlar ve fiyat gelişimleri, yeni üretim metotları, çevresel tehditler vb. hakkındaki bilgilerden hızlı bir şekilde yararlanmaktadırlar.

Yoğun üretim yapılan karasal çiftliklerde, su kalitesine birçok faktör etki edebilir. Tesislerde su kanalları sıklıkla oksijenin suya eklenmesi veya suyun tekrardan kanallarda dolaştırılarak oksijeninin artırılmasını sağlayacak şekilde kullanılmaktadır. Yoğun üretim yapılan çiftlikler; oksijen, karbondioksit, pH, sıcaklık, toplam gaz basıncı ve amonyak seviyelerine özel ihtimam göstermelidirler. Bu çiftliklerde acil durumlarda, yüksek balık yoğunluğu nedeniyle su kalitesi oldukça hızlı değişim gösterir. Bu yüzden suyu düzenleme sistemleri tam olarak açık olmalıdır. Su kalitesindeki bu kompleks değişim süreçleri çoğunlukla IT'ye bağımlı izleme ve düzenleme sistemleri ile denetlenmektedir. Bu gibi sistemler çiftlikteki bir kontrol odasında bilgileri toplamak için BUS teknolojisini kullanmaktadır. Bu izleme merkezinden, izlenen değerler ve alarm sinyalleri telefon veya internet ile merkez ofis veya nöbetçi birimindeki personele iletilmektedir. Bu, modern bilgi teknolojilerini balık sağlığı ve refahı için önem arz eden çevresel parametreler ile ilgili uyarı alarımını gönderme, izleme ve düzenlemeye yarayan uygun üretim aracı yapmaktadır.

Sıvı oksijen ve yem gibi üretim girdi faktörleri kesintisiz olarak çiftliğe getirilmelidir. Modern IT ile bunları üreten firmalar ürünlerinin kullanımı hakkında çiftçilere yol gösterebilmekte ve çiftliklerin ihtiyaç duyduğu ürünleri tedarik için doğrudan çiftliğin veri sistemine bağlanabilmektedirler. Üretim sonuçları firmalara gönderilmekte, firmalar ise bu sonuçları değerlendirerek rapor halinde çiftçilere göndermektedir. Çiftliklerle çevrimiçi bağlanan firmalar sıvı oksijen, yem vb. ürünlerin kullanımı konusunda müşterilerine danışmanlık yapmaktadırlar.

Su kalite parametrelerini izleyen ekipmanlar genellikle zor çevre ve ıslak alanlara yerleştirilmiştir. Sensör ile izleme merkezi arasında iletişim kurulduktan sonraki reaksiyon zamanı (olaya müdahale zamanı) kısa olmalı ve problemi çözme yeteneği oldukça yüksek olmalıdır. Yoğun üretimin artmasıyla , yavru üreten (smolt) çiftliklerinde izleme ve düzenleme sistemlerinde 100'den fazla ölçüm noktası

bulunmalıdır ve herbir ölçüm noktasının önemi üretilen balık yoğunluğu ve üretim biriminin büyüklüğü ile artmaktadır. Bu durumlarda, çiftlik dışından IT sistemlerine servis ve danışmanlık hizmeti verecek birinin yardımına çoğunlukla ihtiyaç duyulmaktadır. Çiftlikte vuku bulan sorunun kaynağının belirlenmesi için harcanan süreyi ve masrafları azaltmak için tedarikçi firmadan doğrudan çevrimiçi destek hizmeti sağlanır. İzleme ve alarm sistemleri çiftlik dışından hızlı bir şekilde yardım alınabilecek yedek profesyonelleri gerektirir. Genellikle bu danışman IT teknolojisini üreten firmadır ve bu işin önemli bir kısmı üretici firmadan çiftçiye direkt çevrimiçi olarak yapılmaktadır.

Deniz kafes sistemleri yavru üreten karasal çiftlikler gibi herhangi bir yere bağlı değildir. Üretimde kullanılan ekipmanları deniz kafeslerinde bir yerden diğer bir yere taşımak her zaman mümkündür. Yavru üreten karasal çiftlikler boru ve bina ile sınırlı iken, deniz kafesleri değildir ve şirketler sürekli olarak daha iyi üretim yapabilecek alanlar ararlar. IT teknolojisi bu işlemede önemli rol oynamaktadır. Üretim için potansiyel bir alan belirlendiğinde; bu alan ile ilgili sıcaklık, oksijen değeri, tuzluluk ve su akıntı bilgilerinin toplanması gerekmektedir. Bu işlem, kafesin yerleştirileceği alana bu alanın çevresel verilerini belli bir süre boyunca toplayan ve depo eden bir elektronik veri depolama sistemi yerleştirilerek kolaylaştırılabilir. Bu veriler potansiyel üretim alanının üretim kapasitesinin değerlendirilmesi için gereklidir. Bu bağlamda, IT seçilen alanın uygunluğunun değerlendirilmesi için önemli bir araçtır.

Yoğun üretimin yapıldığı balık çiftliklerinde su kalitesi, yukarıda da bahsedildiği gibi, solunum, ısınma, pH değişimi, oksijenlendirme, besleme vb. nedenlerle çiftlik boyunca sürekli değişim gösteren karmaşık bir sistemdir. Bu sistemlerin karmaşıklığı bir su kalite parametresindeki değişimin diğerlerini nasıl etkilediğini önceden bilmeyi zorlaştırmaktadır. Geçmiş yıllarda, stabil olmayan su sistemlerini daha iyi anlayabilmek için su kalite modelleri geliştirilmiştir ve bu karasal yavru üreten çiftliklerde su kalitesini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır.

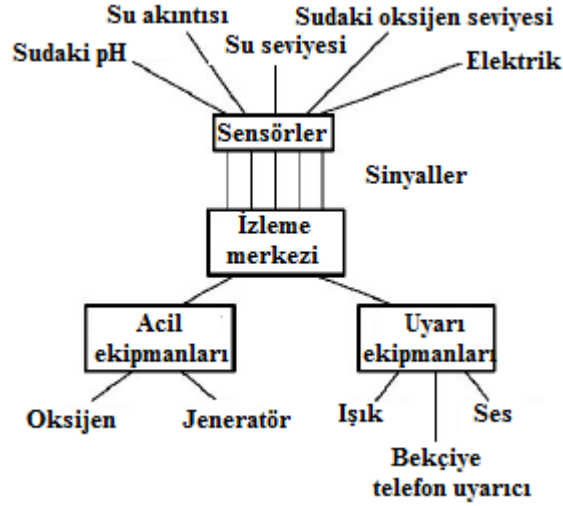
Ürünün geçmişi düne göre bugün gıda pazarlamada daha da önemli bir rol oynamaktadır, bu tüketiciye balıkların kuluçkadan pazarlık boya gelinceye kadar uygun şartlarda yaşadığını kanıtlaması bakımından önemlidir. Ürünün geçmişi balığın yetiştirildiği suyun oksijen seviyesi, sıcaklığı, kullanılan ilaçlar ve balık yoğunluğu vb. bilgileri içermektedir. BT bu iş için önemli bir araçtır. Ürün geçmişi önemli pazarlama aracıdır ve ürünün geçmişini kayıt altına alınması genellikle BT ile yapılmaktadır.

BT modern balık yetiştiriciliğinde önemli bir rol oynama yolundadır ve bu sektörün gelişiminde önemli bir faktör haline gelmiştir. BT'nin bütün bileşenleri bu makalede anlatılamayacak kadar geniştir. Bu makalede bu bileşenler içerisinden önemli olarak görünen; izleme sistemleri, üretim planlama araçları, ileri besleme sistemleri, balık sayımı (balık boyu ve kütle tahmini de dahil) ve üretim ortamının gözlenmesini içeren bilgiler sunulacaktır.

Bu konu hakkındaki daha geniş bilgiler değişik kitaplarda sunulmuştur [1-6]; Kaynak [6] bu konunun anlatımı için temel kaynak kabul edilmektedir.

### 5.10.2 İzleme (Monitoring) Sistemleri

Balık çiftliklerinde, çiftlik yönetimi ile ilgili değişik faktörlerin, örneğin oksijen veya pH veya su akıntısı gibi su kalite parametreleri veya memba'daki su seviyesinin uygun olup olmadığı takip edilmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Balığın ekonomik olarak yüksek bir değer ifade etmesi ve üretim ekipmanlarında meydana gelen herhangi bir arızanın çok şeylere mal olabilmesi, balık çiftliklerinde izleme sistemleri gerekli kılmaktadır ([17]'den alınmıştır].

Düzenli izleme ihtiyacı özellikle yoğun üretimin yapıldığı çiftlikler ile gelişmiş teknik ekipmanlara bağımlı olarak üretim yapan çiftliklerde daha fazladır. Bu gibi çiftliklerde problemleri çözmek için gösterilen çaba için gerekli zaman kısıtlıdır ve zamanı minimuma indirmek için otomatik izleme sistemleri gereklidir (Şekil 1).

Üretimdeki aksamaların ekonomik boyutunun ne kadar önemli olduğunu göstermek için, bir milyon yavru üretim kapasitesine sahip sıradan bir çiftliğin 1 milyon avro'luk gelir getirebileceği örnek olarak verilebilir. Çiftliğe gelen su ile ilgili veya su kalitesi ile ilgili bir problemin ortaya çıkması ve problemin çözümü için hiçbir şeyin yapılamaması durumunda ne olacak? İyi izleme sistemlerinin önemini anlatmak için diğer bir örnek deniz balıkları üreten karasal çiftliklerdir. Bu çiftliğe sürekli olarak suyun pompalanmasını gerekir. Eğer pompanın çalışması durursa, tanklara gelen su girişi hemen durur; sonuçta oksijen seviyesi düşer ve balıklar için kritik durum ortaya çıkar. Bu durum, sürekli olarak tanklara gelen su akışını izleyen sistemlerin ve pompaların önemi açıklamaktadır. Balık çiftliklerinde izleme sistemleri üç bileşenden oluşur:

- Durumu izleyen, sensörler ve ölçüm ekipmanları;

- Sensörden ve ölçüm ekipmanlarından sinyalleri alan, yorumlayan ve sinyal gönderen izleme merkezi;
- Bazı işlerin yolunda gitmediğini haber verecek uyarı ve acil ekipmanlar.

Her bir bileşen arasında sinyal bağlantıları vardır. Bu kablolar ile elektrik sinyali şeklinde kurulmuştur. Ayrıca kablosuz bağlantılar da kullanılabilir.

### ***Sensörler ve Ölçüm Ekipmanları***

Sensörlerin görevi çiftlikteki şartları kontrol etmektir. Balık çiftliklerinde gerçek sensörler; su seviyesi, su akıntısı, elektrik veya oksijen veya pH gibi su kalite parametrelerinin izlenmesi içindir. Sensör sayısı izleme sistemlerinin büyüklüğünü belirler. Elektrik sinyaller sensörlerden izleme merkezine ya dijital ya da analog sistemler ile iletilmektedir. Normalde bu sinyaller 4-20mA olan düşük elektrik sinyalleridir.

### ***İzleme (Takip) Merkezi***

Sinyalleri alan, yorumlayan ve uyarı ekipmanlarına sinyalleri gönderen izleme merkezinin inşası sistemin kompleksliğine bağlıdır. Normalde sadece balık üretim çiftliği için inşa edilmiş olsa bile, merkez ya bir PLC ya da PC bulundurmalıdır.

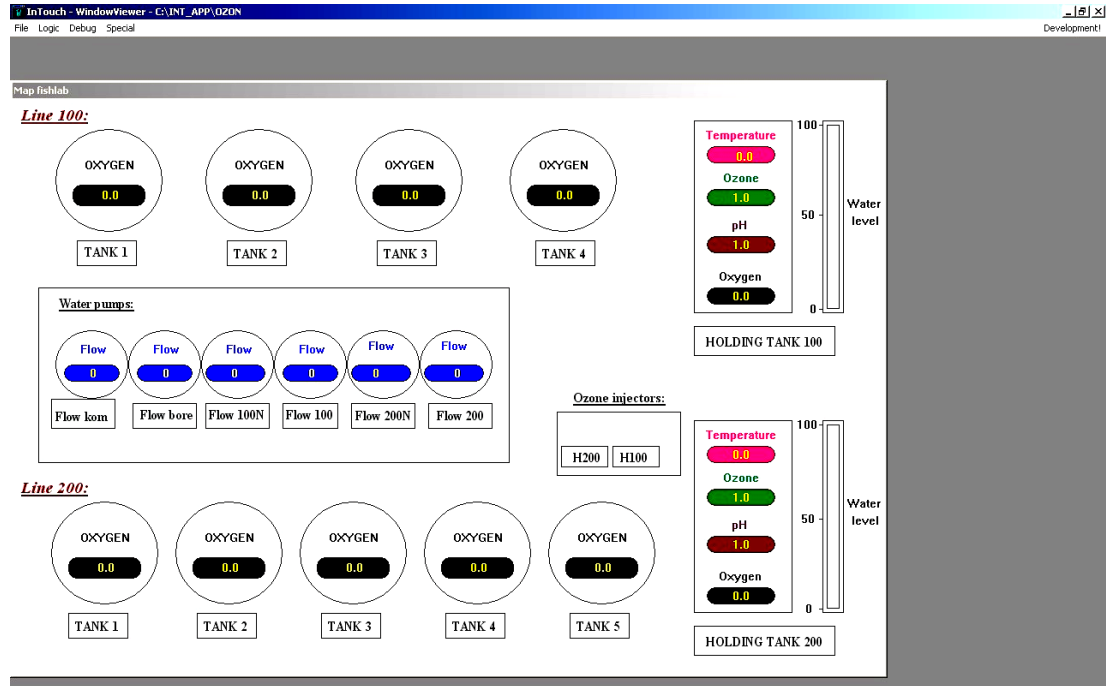
PLC, sensörlerden elektrik sinyalleri alan değişik sayıda girdi kanalları ile elektrik sinyallerinin uyarı ve acil ekipmanlarına gönderen çıktı kanallarını içerir. Çıktı sinyalleri girdi sinyallerine göre programlanabilmelidir. Hem analog hem de dijital sinyaller kullanılabilir.

Geçmişte modern BUS iletişim sistemleri sensörler ile PLC ve PC'ler gibi ana birimler arasında bilgi transferi için yaygındı. Bu sınırsız sayıdaki ölçümleri bir sistem içerisine katmayı mümkün kılmaktadır.

PLC izleme sisteminin balık çiftliğinde işlevini göstermek için, şu örneği ele alalım. Basit bir izleme sistemi çiftlikte kurulmalıdır. Çiftlikteki ekipman havuzlara suyun verildiği ana kanallara su sağlayan pompadır. Buna ilave olarak her an kullanılabilir yedek bir pompa çiftlikte bulunmalıdır. Suyun pompalarla getirildiği ana kanaldan balık tanklarına su kendi cazibesi ile akar. Akış halindeki sudaki oksijen balıklar için gerekli oksijeni sağlar. Bir çiftlikte şu ölçüm ekipmanları bulunmalıdır: ana kanaldaki (suyun toplandığı ve daha sonra kendi cazibesi ile tanklara akan su) su seviyesini gösteren seviye sensörü ile her bir balık tankındaki oksijen sensörü. Saf oksijen tankın tabanından doğrudan sızdırıcılar (diffuser) ile gaz tanklarından suya eklenir. Tanklarda her şey normal ise tanktan havuza oksijen verilmez. Solenoid valfi oksijenin eklenip eklenmeyeceğine karar veren acil oksijen kontrolörüne bağlanmalıdır. Tanktaki oksijen seviyesi kabul edilebilir seviyede ise, bu valf kapalı konumda tutulur. Düzenleyici PLC şu şekilde programlanmalıdır: Eğer ana kanaldaki su seviyesi oldukça düşük ise, seviye sensöründen PLC'ye bir sinyal gönderilir. Sonra PLC hâlihazırda bekleyen yedek pompayı çalıştırması için programlanır ve ilk tanktaki su seviyesi muhtemelen normal seviyeye dönecektir.

Eğer su seviyesi düşmeye devam ederse, problemi başka bir yerde aramak gerekir. Eğer öndeki tank bir süre boş kalmışsa, tanktaki oksijen seviyesi düşecektir. Oksijen sensöründen gelen sinyal PLC’de programlanan seviyenin altına düşecektir ve PLC’den gelen sinyal solenoid valfi açarak oksijenin tanka verilmesini sağlayacaktır. Ek olarak siren, ışık veya telefon alarmı da kullanılabilir.

Balık çiftlikleri için ileri izleme sistemlerinde, bilgisayarlar genellikle izleme merkezi olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar normalde dijital ve analog sinyallerin alınıp verilmesini mümkün kılan özel kartlar (I/O kartlar) ile donatılmıştır. Bilgisayar kullanımının bir avantajı girdi sinyallerinin sonradan kullanmak için kaydedilebilir olmasıdır. Ayrıca alarm zamanlarını gösteren dokümanlar ile olayları kaydeden sensörler ile ilgili raporlar arşivlenebilmektedir. Çiftliğin ve çiftlikte bulunan sensörlerin ve her bir sensörün durumunu da ihtiva eden çiftlik fotoğrafını bilgisayar ekranında görmek mümkündür. Ekranda görsel olarak sensörlerin kontrolü daha kolay olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Norveç Üniversitesi Yaşam Bilimler Fakültesinde tüm izleme sensörlerinin durumlarını gösteren visual bir çiftlik.

### Uyarı ve Acil Ekipmanları

Çiftlikte olumsuz durumlar meydana geldiğinde çıktı sinyalleri, izleme merkezinden uyarı ekipmanlarına gönderilir. Balık çiftliğinde uyarıcı ekipmanlar uyarıcı ışık ve siren sesi üreten tüm ekipmanları içerir. Eğer balık çiftliğinde sürekli bekçi bulunmuyorsa, telefon uyarıcılar ayrıca uyarıcı ekipmanı olarak çiftlikte bulunabilir. Bu telefon önceden programlanan telefon numaralarını arayarak bekçileri uyarabilir.

Çıktı sinyalleri uyarı (acil) ekipmanları çalıştırır veya ekipmanın fonksiyonlarını düzenleyebilir. Örneğin elektrik kesildiğinde, jeneratör hemen çalışmaya başlamalıdır. Ayrıca sinyaller acil oksijen valfini açarak tankın tabanından oksijen sağlanmalıdır. Genellikle acil ve uyarı ekipmanları birlikte çalışmaya başlatılmalıdır.

### ***Bakım ve Kontrol***

Bakım ve kontrol, izleme sistemleri için son derecede önemlidir. Balık çiftliklerinde, pH ve oksijen gibi su kalite parametrelerini ölçen cihazların sensörleri sık sık arızalanabilir. Bu aletlerin bakımı sensörlerin kalibrasyonlarını kapsamaktadır. Örneğin haftada bir izleme ekipmanlarını rutin olarak test etmek tavsiye edilmektedir. Eğer yolunda gitmeyen işleri merkeze haber vermek için sinyal gönderip göndermediğinden emin olmak için sensörlerin test edilmesi gerekmektedir. Sonuçta havuzlara oksijen ilave eden sistemler ile elektrik üreten jeneratörler gibi acil ekipmanların acil durumlarda çalışıp çalışmadığını önceden belirlenmiş periyotlarda test edilmesi gerekmektedir.

### **5.10.3 Üretim Planlama Ekipmanları**

Dünya Gıda Örgütü (WFO, World Food Organization)'ne göre, balık yetiştiriciliği dünya da en hızlı gelişen sektördür. Bu izlenebilirlik ve dokümantasyon için artan bir talep oluşturmuştur. Bu ihtiyaçları karşılamak için 10 yıldan beri BT yazılımları geliştirilmiştir.

- *Kontrol:* eğer yetiştiricilik alanının üretim potansiyeli uygun bir şekilde kullanılması isteniyorsa, çiftlikte dikkate alınması gereken birçok biyolojik parametre vardır. Çiftçi güvenilir veri setine ve balık satışları, hasadı, balık ölümleri, aşılama ve tedavi, büyüme ve besleme, sınıflandırma, stoklama yoğunluğu ve orijinini de içeren balık çiftliğinin bütün ana fonksiyonlarını içeren kayıtlarına ihtiyacı vardır. Bu kayıtlar; su sıcaklığı, pH seviyeleri, ışık, oksijen seviyeleri, amonyak seviyeleri, karbondioksit seviyeleri gibi çevresel kayıtlar ile alandaki üretim kapasitesinin optimize edilmesinde birlikte değerlendirilmelidir. Bu amaçlar için su kalite parametrelerini hesaplayan ve kaydeden farklı programlar kullanılmaktadır.
- *Planlama ve Biyolojik/Ekonomik Performansları Karşılaştırma:* Çiftlikte meydana gelebilecek tüm durumları dikkate alan kontrol ve kayıt işlerinin birbirleriyle iletişimini sağlayan yazılımın geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde gelişmiş sistemler; canlı ağırlık artışı, su kalite modelleri, balık piyasası fiyat gelişimi ve ekonomik modelleme ile otomatik yemleme sistemlerindeki bilgileri kombine edebilmelidir. Bu her bir çiftlik için ve çiftlik grupları için yapılabilir.
- *Entegrasyon:* Yönetim yazılımı arazide tek tek veya daha büyük alan operasyonları için terminal bir operatöre bağlı olarak kullanılabilir. Bu merkez

yöneticilerin karar verme, planlama ve balık üretim birimlerinin, üretim alanlarının veya tüm operasyonların karşılaştırılması konularında hayati bilgiler içeren güncel alan verilerine ulaşmayı sağlamaktadır.

• *Takip Edilebilirlik*: 1 Ocak 2005 tarihi itibariyle Avrupa Birliği, Topluluk içerisinde satılan tüm deniz ürünlerinde tam takip edilebilirliği zorunlu kılmıştır. Bu uygulama “Tracefish” olarak bilinmektedir. Aynı gereklilik Kuzey Amerika’daki bazı iş kolları için de geçerlidir. Takip edilebilirlik büyük ihtimalle gelecekte uluslararası gıda ticaretinde de gerekli olacaktır. Tüketicinin en büyük endişesi hayvanlarda kullanılan aşı ve ilaçların neler olduğunun bilinmesidir. Bu her bir balık üzerine ürünün menşei ve ürün hakkında bilgi içeren sertifikalarda gösterilebilir.

Balık yetiştiricilik sektörü büyüüp olgunlaştığında, üretim kalitesi ve üretim teknikleri geliştiğinde, ürün kalite ve ürünün takip edilebilirlik konusu ile ilgili taleple karşılaşılacaktır. Bu takip edilebilirlik balığın nerede yetiştirildiği, balığın yetiştiricilik süresince hangi yemle beslendiği, hangi ilaçların ve aşıların kullanıldığı gibi önemli bilgileri içermelidir. Somon (alabalık) gibi balıklarda takip edilebilirlik biraz sorun olmaktadır. Bu sorun somonların iki veya daha fazla lokalitede gelişim gösterecek şekilde hayat döngüsüne sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu lokaliteler yavru üretim yeri, üretim için tatlı su, deniz suyu, ürün hasat edilmesi, ulaşım araçları ve tekneler ve kuluçkahanede yumurta üretimini kapsamaktadır. Bu üretim hattındaki bütün ekipmanların çevresel parametre ve büyümenin takibi için kendi sistemi bulunmakta ve bütün bu sistemler gelecekte takip edilebilirliğe olan talep tam olarak yerine getirildiğinde ortak bir software (yazılım) ile birbirleriyle iletişim halinde olmalıdır.

#### **5.10.4 Gelişmiş Yemleme Sistemleri**

Balık çiftliklerinde, otomatik yemlikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Basit otomatik yemlikler; bir hazne, dağıtıcı ve kontrol birimlerinden oluşur. Kontrol birimi dağıtıcı birimdeki motorun elektrik akımını kontrol eder. Basit kontrol biriminde yemek öğünleri arasındaki süre ile yemleme süresini ayarlayan bir zaman rölesi bulunmaktadır. Aynı zamanda kontrol biriminde yemlemenin sadece gündüz yapılabilmesine imkan sağlayacak ışığa duyarlı fotoseller bulunur. Daha gelişmiş kontrol ünitelerinde yemleme süresinde günlük artış sağlayacak düzenlerde bulunur. Bu yemleme ünitesi balığın beklenen büyüme oranı ile uyumlu şekilde ayarlanabilir.

Kontrol birimi her bir yemlik için ayrı ayrı olabilir veya birkaç yemliği aynı besleme rejimi ile besleyen tek bir kontrol olabilir. Bunun yanında kontrol birimi birkaç yemliği tek tek kontrol eden birkaç kanaldan meydana gelebilir. PC veya PLC gibi çoklu kanala bağlanabilen birkaç röle bu amaç için kullanılabilir.

Basit yemlik yerine yem, depolarından direkt olarak alınabilir ve üretim birimine taşınabilir ve sonuçta balığa iletilebilir. Böyle sistemler yemleme sistemleri olarak adlandırılır ve üç bölümden oluşur: depolama birimi, taşıyıcı birim ve yem

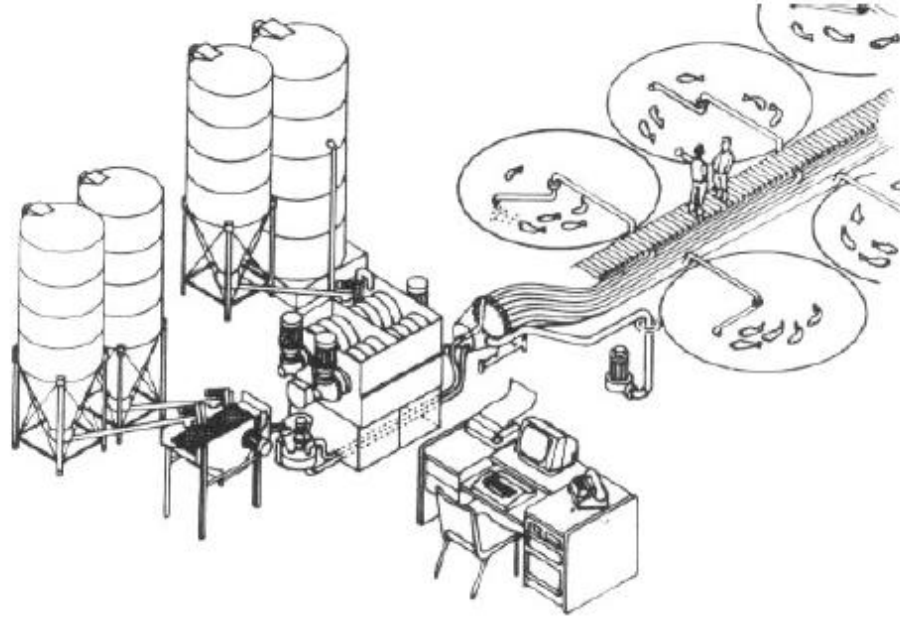


dağıtıcı birim. Yemleme sistemlerinde iki farklı prensip kullanılmaktadır.(1) yemlik ortaya yerleştirilir ve yem üretim birimine (tank, havuz veya kafeslere) borularla iletilir. Bu sistem merkezi yemleme sistemi olarak adlandırılır. (2) yemlikler bir ray sistemine yerleştirilmiştir. Bu ray sistemi birkaç birime taşıyabilir. Bu robot besleme olarak adlandırılır.

### ***Merkezi Yemleme Sistemi***

Merkezi yemleme sistemi; silolar, savak valfi, yemi yemleme birimine taşımaya yarayan hava veya su borusu, ayırıcı valf ve dağıtıcı biriminden oluşur. Buna ek olarak sistemi kontrol eden bir kontrol birimi de bulunur (Şekil 3).

Yem silodan savak valfinin hemen üzerinde bulunan huni şeklindeki hazneye yem partiküllerini ileten konveyöre iletilir. Savak valfi yem partiküllerini haznenin huni şeklindeki kısmından tank ve kafeslere taşınacağı borulara iletir. Su veya hava yem partiküllerini taşıma aracı olarak kullanılır ve savak valfi hazne ile taşıyıcı birim arasında su veya hava anahtarı görevi üstlenir. Bu tüpler içerisindeki su veya hava hızı taşıyıcı araç olarak kullanılır. Hava ve suyun akış hızı, yemlerin yüzer şekilde suda kalacak şekilde ayarlanmalıdır. Üfleyci veya pompa, tüp içerisinde uygun akımı ayarlar. Boruda birkaç metre kısa taşımadan sonra, yem ayırıcı (selektör) valfi girer. Ayırıcı valf yemin gönderileceği üretim birimini seçer. Ayırıcı valfden geçtikten sonra yem borular ile üretim birimlerine aktarılır. Deniz kafeslerinde borular birkaç yüz metreden oluşur.



Şekil 3. Merkezi yemleme sistemi yemi silodan balığa ulaştırır [10].

Bu tip yemleme sisteminde merkezi bilgisayar, sistemdeki bileşenlerin çalışma zamanını ve yemin hangi birime gideceğini kontrol eder. Değişik birimlere hangi

miktarda yem gönderileceği bilgisayara girilir. Eğer balığın ilk ağırlığını, balık sayısını, su sıcaklığını, beklenen büyüme ve ölüm oranları bilgisayara önceden girilmesi durumunda, bilgisayar bunu otomatik olarak yapar. Bu sistemin en büyük avantajı; bilgisayarın verileri depo edebilmesi ve böylece bilgisayar, üretim planlamada ve üretimin kontrol edilmesinde önemli bir araç olarak kullanılır.

Elektrik kesintisi veya diğer fonksiyonların çalışmaması durumunda bilgisayar, günlük verilecek doğru yem miktarını temin için yemleme yoğunluğunu tekrar hesaplamaktadır.

### ***Yemleme Robotu***

Yemleme robotu, balık yetiştiricilik tankları üzerine asılan bir ray sistemine bağlanan motorize edilmiş yemliktir (Şekil 4). Değişik yetiştiricilik birimlerinden geçen ray sistemi, yem doldurulması için silodan da geçer. Robot besleme yaparken her bir tankın üzerindeki ray sistemine bağlı olan bir çipe dokunana kadar ray üstünde hareket eder. Bu çip üzerindeki bilgiye göre, robot tankın hangisi olduğunu ayırt eder. Robotun üzerinde hangi tanka ne kadar yem verileceğinin programlandığı bir bilgisayar bulunur. Robot çipe dokunduğunda, programlanan miktardaki yemi tanka verir. Sonra diğer tanklara ulaşır ve bu böylece devam eder. Robotta yem kalmadığında, robot otomatik olarak yem doldurmak ve ana bilgisayar ile iletişim için siloya döner. Yemliğe elektrik temin edilmesi ve itme birimi ray sisteminin bütünleşik birimleridir. Bunlara elektrik akü veya şarj edilebilen diğer ekipmanlar ile sağlanabilir. Bu sistemin en büyük avantajı aynı yemleme mekanizmasının birkaç tanka yem verebilecek şekilde olmasıdır. Yemleme biriminin daha doğru sonuçlar verebilmesi için yapılacak düzenlemelere büyük yatırımlar yapılabilir. Robot yemlikler normal olarak bir bilgisayar tarafından kontrol edilir.



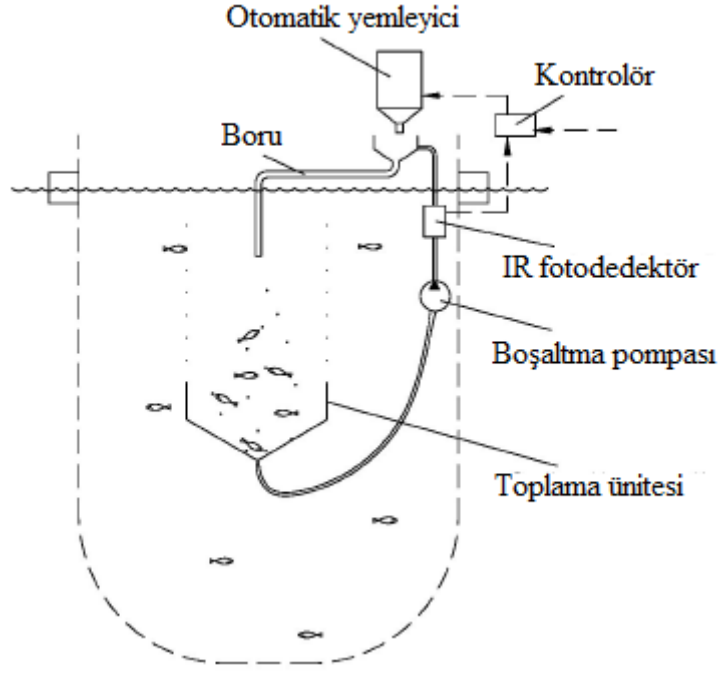
Şekil 4. Bir ray sistemine bağlı motorlu bir yemleme robotu.

### ***Otomatik Yemleme Kontrolü***

Balığın iştahı su sıcaklığı, su kalitesi ve dalgalar (kafeslerde), ışık gibi dış etmenler tarafında etkilenebilir. Yemliklerde kullanılan normal kontrol birimi ile belirli miktardaki yem belirli periyotlarda dağıtılır. Bu sistemde balığın iştah durumunu dikkate alacak şekilde yem miktarının yeniden ayarlanması söz konusu değildir. Bu durumlarda özellikle çok miktarda yemin kullanıldığı deniz kafeslerinde yem kayıpları meydana gelmektedir. Manüel yöntem olarak yem kayıpları su altı kamerası kullanarak belirlenebilir.

Deniz kafeslerinde otomatik iştah kontrol metotları geliştirilmiştir. Bu sistemler yem kayıplarının kaydedilmesi ve belirli bir seviyenin aşılması durumunda yemlemenin kesilmesini sağlayacak düzenekleri içermektedir. Yem kayıplarını belirlemek için değişik sistemler mevcuttur. Bunlar hidroakustik sensörler, fotoseller ve Doppler sinyallerdir. Belirli bir alandaki yem kayıplarını ölçmek için detektörler kafesin altına veya kafesin içine yerleştirilebilir.

*Dinamik yemleme sistemlerinde* daha da ileri giderek yem kayıplarını dağıtılacak yem miktarını kontrol etmede kullanılır (Şekil 5). Bu sistemlerden biri kafesin içine yerleştirilen ve kaybolan yemleri toplayan bir kolektörü içerir. Yemleme başladığında, pompa bir önceki yemlemede kayıp olan ve kolektörde toplanan yemleri alır ve ağ kafesin üst kısmına bunu bir boru hattıyla pompalar. Bu boru devresinde Kırmızı Ötesi Işınlar (IR) dedektörü tüketilmeyen yemleri ayırt eder. Eğer herhangi bir yem partikülü geriye kalmamışsa, boru içerisinde herhangi partikül saptanmayacak ve yemlik kafese yeni yem ekleyecektir. Aynı prosedür bir sonraki yemlemede de geçerlidir. Bu durumda, sistem balığın iştah durumunu dinamik yolla takip edecektir: artan iştah yem miktarının artışına neden olacak, azalan iştah ta tüketilen yemde azalmaya neden olacaktır. Böyle sistemler herhangi bir yem kaybına sebebiyet vermez ve balıkların anormal davranışları için erken uyarı verir. Bu sistemler yem kaybını sifıra indirir ve atık yemden dolayı oluşabilecek kötü kokuların önüne geçer. Bu sistem için özel dizayn edilmiş kontrol birimi gerekir.



Şekil 5. Dinamik bir yemleme sistemi [8].

### 5.10.5 Balık Sayımı ve Ağırlık Tahmini

#### *Canlı Balık Adetinin Sayımı*

Değişik amaçlar için balık çiftliklerinde canlı balıkların sayılması gerekir: bunlar genç balıkların satımı, üretim kontrolü ve balık hasadı için olabilir. Yüz binlerce balığın yetiştirildiği büyük çiftliklerde balıkların elle sayılması çok büyük yatırımlar gerektirir. Otomatik balık sayıcılarındaki sorun bireylerin birbirinden ayırt edilmesi ve iki balığın bir arada bulunması durumunda bunun tek bir balık olarak sayılmasıdır.

Balık sayımı su içerisinde ve dışında yapılabilir. Yüzen bir balığın suda sayılması oldukça zordur ve bunun için ticari bir metot henüz geliştirilememiştir. Bunun mümkün olmamasının nedeni balığın davranışlarının kontrol edilememesidir. Sayım için kullanılan ekipmanlar aynı zamanda balık boy ölçümü içinde kullanılır (Bölüm 5.10.6'ya bakılabilir).

Balıkların suyun dışında ayırmanın (saymanın) oldukça ucuz ve basit bir metodu konkav çembere sahip V şeklinde bir kanaldan balıkların bırakılmasıdır. Konkav çember kayan balık hızının mütemadiyen artışını sağlar, bu ise balıkları birbirinden ayırır. Bu durumda tek bir balığı saymak mümkün olmaktadır. Bu ışık duyarlı hücreler (cells) ile yapılabilir. Işık diyotları kayan balık tarafından kırılan bir ışın oluşturur ve bu ise balığın sayılmasını sağlar.

Balığın suda sayılması normalde balık pompası veya boru ile balığın taşınması sırasında yapılır. Geleneksel video kameralar veya lineer kameralar ve görüntü analiz işlemi bu amaç için kullanılır. Burada tek sorun olacak durum genellikle resimler

siyah ve beyaz olarak çekildiğinden zeminin aynı renkte olması ve balığın resimde kolayca ayırt edilebilmesidir. Bu durumda iyi ışıklandırılmış bir fotoğraf çekim odası (bölümünün) kullanılır. Diğer bir engel iki balığın bir araya gelip tek bir balık olarak sayılmasıdır. Bu sorun iki kamera veya tek kamera ve bir ayna kullanarak iki resmin aynı anda elde edilmesi ile giderilir. Alınan resimlerin analizi ile resimde birkaç balık veya tek bir balık olduğu doğruca belirlenmesi mümkündür. Aynı metot balığın boyutunu hesaplamak için kullanılır (Bölüm 5.10.6'ya bakılabilir).

Balık ile su arasındaki iletkenlik farkı balıkların sayımında kullanılabilir. Balığın boru içerisinde yüzmesi esnasında, boru içerisindeki ölçülen iletkenlik artacaktır. Bununla birlikte bir araya gelen iki balığı birbirinden ayırmak oldukça zordur.

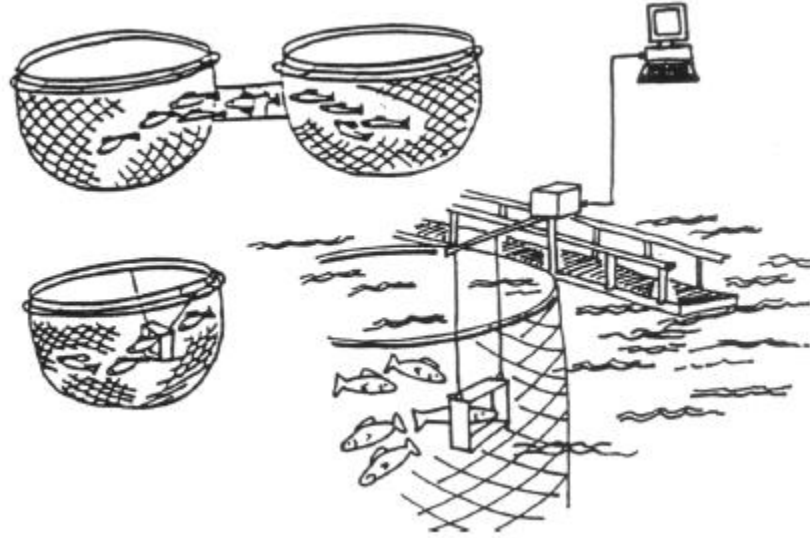
### **5.10.6 Balık Boyutunun ve Toplam Ağırlığın Ölçülmesi**

Üretim planlaması ve üretim kontrolü için balık boyunun ve toplam ağırlığın takip edilmesi önem arz etmektedir Ayrıca balıkların boylanmasına ve hasat edilmesi konularında karar vermede de önem arz etmektedir. Geleneksel yöntem balıktan örnek alıp su dışında tartılmasıdır. Bu zaman alan bir uygulama olmasının yanında özellikle örneklerin büyük deniz kafeslerinden alınması durumunda alınan örneğin tüm balıkları yansıtmayacak şekilde olabileceğidir. Bu gerekçelerle otomatik balık boy ve ağırlık ölçümleri konumuzu teşkil etmektedir. İki genel yaklaşım: (1) Balık üretim biriminde yer alır ve ekipman suya indirilir ve (2) balık üretim biriminin dışına alınır; normalde bu balık pompası ile gerçekleştirilir.

### ***Balığın Üretim Biriminde İken Ölçülmesi***

Özellikle deniz kafesleri için balık boyunun veya ağırlığının veya her ikisinde aynı anda yapıldığı birkaç sistem vardır.

Bir yöntem kafese indirilen bir ölçüm çerçevesinin kullanılmasıdır (Şekil 6). Bu çerçevenin duvarlarında çok sayıda ışık yayan diyotlar vardır. Balık çerçeve boyunca yüzmesi sırasında, ışık diyotlarınca gölge resim elde edilir. Bir bilgisayar ile görüntü analizi ile yaklaşık olarak balık boyu hesaplanır. Balık boyu ile ağırlığı arasındaki yüksek korelasyon bulunur. Belli bir süre boyunca, belli bir sayıdaki balık çerçeve boyunca yüzecektir. Balıkların çerçeve boyunca serbest yüzmeleri, balıkların kafes etrafında serbest yüzmesi nedeniyle daha çok büyük kafeslerde meydana gelir. Fakat balıkların hareketsiz olduğu tanklarda çerçeve etrafında yüzme işlemi olmaz. Eğer iki balık birlikte çerçeveden geçerse bu görüntü analizinde fark edilecektir ve bilgisayar bu resmi kullanmayacaktır. Sadece tek bir balığın çerçeveden geçerken ki çekilen fotoğrafları balık boyunun tahmin edilmesinde kullanılır. Çok sayıdaki balığın ölçümü söz konusu olduğunda, kafeste bulunan toplam balık miktarı için ortalama balık ağırlığı ve standart sapma hesaplanabilir. Standart sapmayı bilmek balıkların ne zaman sınıflandırma yapılacağı tahmin edilmesinde yardımcı olur.



Şekil 6. Balık boyu ölçme için ölçüm çerçevesi [11].

Kafesteki toplam balık sayısı bilinmek şartıyla, ortalama balık boyu bilgisinden kafesteki balığın toplam ağırlığı hesaplanabilir. Böyle sistemlerin balık toplam ağırlığının hesaplanmasında kullanılması durumunda, güvenilir ölüm oranlarının kontrol mekanizmasının bulunması kaçınılmazdır. Ayrıca kontrol edilemeyen balık kayıplarından da olmaması gerekmektedir.

Bir kafesteki balık boyunu belirlemek için kamera teknolojisine dayanan bir yöntem de stereoskopi uygulamasıdır. Bir birimde, iki video kamera belli bir mesafe aralıklarla üst üste yerleştirilir. Bir objenin yani bir balığın resminin çekerek, iki kamera ve matematik ve geometri kullanarak objenin (balığın) üzerindeki her bir noktanın uzaklığı hesaplanabilir. Görüntü analiz yöntemi kullanarak, objenin boyu ve yüksekliği hesaplanabilir. Balıklarda boy ile ağırlık arasında oldukça yüksek bir korelasyon katsayısı mevcuttur.

Diğer bir yöntem sonar (echo sounder) kullanılmasıdır. Bu geleneksel olarak avcılıkta balıkların nerede ve hangi derinlikte bulunduğunu belirlemek için kullanılan yöntemle aynıdır. Ses impulslarını belli aralıklarda gönderen bir kaynak kafesin altına yerleştirilir [9]. Ses impulsu bir balığa çarptığında, yansıyan sinyal (eko) alınır. İmpuls gönderen kaynağın yanında bulunan alıcı bu geriye yansıyan ekoları alır. İşlem şu şekilde çalışır: ilk olarak kısa sinyal (ses dalgası), örneğin saniyede bin dalga gönderilir. Sonra alıcı ekoları dinler ve yeni bir impuls gönderilir. Birkaç eko bir dakikada alınır. Ekonun büyüklüğü, balıkların bireysel veya sürü boyutuna bağlıdır. Ayrıca bazı durumlarda kafesteki balıkların davranışları ve hangi derinlikte buldukları gözlemlenebilir. Balıklardaki yüzme kesesi hava ile dolu olduğundan iyi bir eko sağlayıcısıdır. Sonarlar tek bir balığın boyunu doğru olarak ölçmek için uygun değildir. Bunun nedeni yüzme kesesinden alınan ekonun sinyal gönderen kaynağa göre yüzme kesesinin pozisyonudur. Eğer balık yukarı ve derine doğru

yüzmesi veya yatay bir vaziyette durması ekonun boyutunu değiştirecektir. Ayrıca, tankların duvarları ve zemini ses dalgasını bozacağından, sonarlar tanklarda kullanılmaz.



Şekil 7. Balık boyunu ölçmek için bir tekneye yerleştirilen video kameralı bir birim.

### ***Balığın Suyun Dışında Ölçülmesi***

Bir video kamera bir boru hattına veya başka bir boruya bağlanır. Video kamera üstten boru içinden resim çeker ve görüntü analiz tekniği ile balık boyu hesaplanır (Şekil 7). Sistem daha önce balık sayımı için anlatılan sistemle aynıdır. Tek fark balık boyu hesaplamak için bu sistemde görüntü analiz programının bulunmasıdır.

### **5.10.7 Yetiştiricilik Alanın İzlenmesi**

Karada veya denizde bir çiftlik kurulmadan önce, üretim şartlarının çok iyi analiz edilmesi ve belgelendirilmelidir. Karada yavru üreten bir çiftlik için yıl içerisindeki yağmur, pH değişimi, sıcaklık değişimi vb. gibi kısıtlayıcılar oldukça önemlidir.

Değişik su derinliklerindeki oksijen seviyesindeki değişimlerin bilinmesi ve kaydedilmesi uygun alanın değerlendirilmesi için gerekir. Bu verilerin çiftlik kurulmadan önce en az bir yıl süre ile takip edilmesi uygun alan seçiminde önemlidir. Oksijen, pH ve sıcaklık sensörleri alanda stratejik noktalara yerleştirilerek bu parametreler kaydedilir. Bu sensörler kayıt noktasına su geçirmez bir veri depolayıcısına bağlanır veya ölçüm sinyalleri veri depolama elemanından aynı alanda bulunan bir bilgisayara aktarılır. Kayıt sayısını azaltmak için, kayıtların günde bir kez tutulması tavsiye edilir.

Deniz kafes çiftliklerinin karasal çiftliklere göre bir yerden diğer bir yere nakledilmesi kolay olduğunda deniz kafes çiftliklerinde alanın takibi (monitoring) devam eden bir süreçtir. Deniz kafes çiftlikleri etrafındaki uygun olabilen alanların çevresel parametre kayıtları sürekli alınan kayıtlardır. Denizde yeni bir alanın çiftliğe uygunluğunun kontrol edilmesi, değişik su katmanlarındaki akıntı hızı, dalgalar,

oksijen ve sıcaklık parametreleri dikkate alınması gereken parametrelerdir. Bu alanın üretim potansiyelini değerlendirmek için kullanılır.

### **Kaynaklar**

1. Wheaton, F. 1977. Aquacultural Engineering. New York, NY: John Wiley.
2. Lawson, T. B. 1995. Fundamentals of Aquaculture Engineering. New York, NY Chapman and Hall.
3. Hochheimer, J. 1999. Equipments and controls. CIGR Handbook of Agricultura Engineering, Part II: Aquaculture Engineering, ed. F. Wheaton, 281-307. St Joseph, MI: ASAE.
4. Willoughby, S., ed. 1999. Manual of Salmonid Farming. Oxford, UK: Blackwel Science.
5. Huguenin, J. E., and J. Colt. 2002. Design and Operating Guide for Aquacultur Seawater Systems. Amsterdam, The Netherlands: Elsevie Science.
6. Lekang, O. I. 200? (in preparation). Technology for Aquaculture. Blackwel Science.
7. Lekang, O. I., and S. O. Fjæra, 1997. Technology in Aquaculture (in Norwegian) Landbruksforlaget, Oslo.
8. Skjervold, P. O. 1993. Fish feeding station. Fish Farming Technology, eds. H Reinertsen, L. A. Dahle, L. Jørgensen, and K. Tvinnereim, 269-274. Rotterdam The Netherlands: Balkema Publishing.
9. Dunn, M., and K. Dallard. 1993. Observing behaviour and growth using th Simrad FCM 160 fish cage system. Fish Farming Technology, 269-274Rotterdam, The Netherlands: Balkema Publishing.
10. Sketch from Akvasmart Asa, Bryne Norway.
11. Sketch from P. H. Heyerdal, Norwegian University of Life Science.